Aus der II. Medizin. Klinik der Königl. Charité
Direktor: Geheimrat F Kraus.

Experimenteller Beitrag zur Frage der Veränderung der Cirkulation während und nach körperlicher Anstrengung.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

AN DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

KÖNIGL. FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

BERLIN

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VON

MORDUCH STEINER

AUS BICHOW (RUSSLAND)

Tag der Promotion: 6 März 1914.

BERLIN 1914

DRUCK VON CARL SIEBERT'S BUCHDRUCKEREI, ELSASSERSTR. 54

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medicinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Kraus.

Meinem Vater

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Die verbesserten Methoden der klinischen unblutigen Blutdurchmessungen lassen es als erwünscht erscheinen, die Arbeiten, die über das Verhalten des Blutdruckes in der Arbeits- und Erholungsperiode handeln, nachzuprüfen. Ich habe es auf Anregung von Privatdozent Dr. Plesch unternommen nicht nur den Blutdruck, sondern auch die Änderung der Pulsfrequenz parallel zu beobachten, weil besonders die letztere von jeher als das handlichste und zuverlässigste Mittel der funktionellen Herzdiagnostik im Mittelpunkte des praktischen Interesses stand, und weil auch heute, wo wir mit den verschiedenen neugeschaffenen Untersuchungsmethoden in der funktionellen Herzdiagnose große Fortschritte zu verzeichnen haben, der Puls und der Blutdruck noch immer die wichtigste Rolle spielen.

Es war wohl Kraus (1) der erste, der mit Nachdruck darauf hingewiesen hat, daß ein funktionell tüchtiges Herz auf eine körperliche Anstrengung mit Erhöhung des Schlagvolumens, ein funktionell untüchtiges dagegen mit Erhöhung der Pulsfrequenz antworten wird. Diese klinische Beobachtung ist experimentell von Plesch (2) nachgewiesen worden. Diese Arbeiten legen klar, daß das erhöhte Sauerstoffbedürfnis des Organismus während und nach der Arbeit einzig und allein gedeckt werden kann durch eine stärkere Durchblutung der Organe. Diese wieder kann erzielt werden entweder durch Frequenzsteigerung der Herzaktion oder durch vergrößertes Schlagvolumen. Ein gesundes, in seiner Kontraktilität und Elastizität nicht beeinträchtigtes Herz, wird mit Volumenvergrößerung die Arbeit leisten und nach eingetretener Ruhe sein Originalvolumen ohne Schädigung zurückgewinnen. Ein funktionell untüchtiges Herz wird, um der Dehnung zu entgehen, seine Arbeitsleistung mit Erhöhung der Frequenz bestreiten. Es ist klar, daß für die Arbeitsökonomie des Herzens die Bewältigung des erhöhten Sauerstoffbedürfnisses durch Volumenänderung günstiger ist, weil doch

jede Herzkontraktion bis zur Höhe des Minimumdruckes für die Blutbeförderung eine nutzlose Arbeit bedeutet. Die Kraft steht in umgekehrter Proportion zur Oberfläche; je größer also die Herzoberfläche ist, desto mehr Kraft muß das Herz bei seiner Kontraktion entfalten. So erklärt es sich, weshalb ein an sich schwaches Herz seine Dilatation zu vermeiden sucht. Dies wird aber bei extremen Anstrengungen nicht immer zu umgehen sein, und wir haben dann das Krankheitsbild der akuten Dilatation des Herzens vor uns.

Aus dieser Überlegung folgt die große Bedeutung der Frequenzänderung; aber es wäre falsch, wenn wir bei der Beurteilung der Funktion nur diesen Gesichtspunkt in Betracht zögen, da eine abnorme Innervation des Herzens entweder durch Herabsetzung des Vagustonus oder Erregung des Accelerans ebenfalls Änderung der Frequenz hervorrufen kann. Wir können also schon aus diesem Grunde auf klinische Beobachtung für die Bewertung des Einzelfalles nicht verzichten, weil häufig bei gesundem Herzen rein nervöse Einflüsse die Leistungsfähigkeit desselben beeinflussen können. Auch meine Resultate werden nur ceteris paribus zu verwerten sein. Allgemeine Regeln sind wie in der Herzpathologie überhaupt auch diesbezüglich nicht möglich aufzustellen. Noch schwieriger liegen die Verhältnisse bezüglich der Verwertung des Blutdruckes (wir sprechen hier nur von hydraulischem Druck), weil der Blutdruck ein Produkt der mannigfaltigsten Komponenten des Kreislaufes darstellt. Um nur einige der wichtigsten zu erwähnen, hängt der Blutdruck von der Elastizität der Gefäße, von der Frequenz, vom Schlagvolumen des Herzens, von der Blutmenge, von der Qualität des Blutes (Viskosität), von dem jeweiligen Zustande der Gefäße (Vasomotorische Wirkung) usw. ab. Die Variationen zwischen diesen Komponenten kann so mannigfach sein, daß wir nur fähig sind, für den Einzelfall Schlüsse auf die Funktion des Herzens zu ziehen. Aus meinem Versuchsmaterial werde ich auf Grund dieser Gesichtspunkte eine gewisse Parallele zwischen Blutdruck und Pulsfrequenz ebenfalls nur für den Einzelfall besprechen. Bei dieser Untersuchung habe ich mir außerdem die Aufgabe gestellt, den Blutdruck und die Pulsfrequenz in der Arbeit und nach der Arbeit so lange zu beobachten, bis die Werte zur Norm zurückgekehrt sind. Ich berücksichtige also auch die Erholungszeit und setze dabei voraus, daß ein gesundes Herz und Gefäßsystem schnell wieder zum Ruhezustand zurückkehren wird, im Gegensatz zu funktionell untüchtigem Herzen und Gefäßsystem, welches nur schwer wieder den normalen Zustand der Ruhe erreichen wird.

Bevor ich auf die Methodik, welche ich bei meinen Untersuchungen angewandt habe, näher eingehe, möchte ich in einem kurzen Umriß über diejenigen Methoden und Apparate berichten, die man für die Blutdruckmessung angewendet hat.

Die Tatsache, daß das Blut in den Arterien unter einem gewissen Druck steht, wurde zuerst von einem englischen Geistlichen Stephan Hales (3) im Jahre 1733 gefunden. Dieser hatte in die Arteria femoralis eines Pferdes einen Troikart, der mit einem gläsernen Steigrohr verbunden war, eingeführt und konnte beobachten, daß das Blut in dieser Röhre 252 mm in die Höhe stieg. Poeseuilles (4) vereinfachte diese Blutdruckmessung dadurch, daß er das Blut gegen die Quecksilberfüllung einer U-förmigen Röhre drücken ließ. Schließlich vereinigte Ludwig (5) dieses Hg.-Manometer mit einer Schreibvorrichtung, welche die Bewegung des Quecksilbers selbständig registrierte (es ist das in der Physiologie das erste Beispiel der graphischen Methode). Es ist naheliegend, daß mit dieser Blutdruckbestimmung, welche eine Eröffnung einer Arterie voraussetzt, am Krankenbette nicht gearbeitet werden kann, so daß die Methode nur zum Studium des Blutdruckes am Tiere dienstbar gemacht werden konnte. Vierordt (6) ging von dem Gedanken aus, daß es möglich sein müsse, den Blutdruck beim Menschen an der unverletzten Arterie zu bestimmen, wenn es gelingt, die Kraft festzustellen, welche erforderlich ist, um den Puls vollständig zu unterdrücken. Er bestimmte diese Kraft dadurch, daß er auf die Radialarterie die Pelotte seines Sphygmographen solange mit Gewichten belastete, bis die Radialwände aufeinander lagen. Eine ähnliche Methode wurde von Waldenburg (7) ausgearbeitet, die aber an Stelle von Gewichten eine Metallfeder zur Druckbelastung der Arterie verwendete. v. Basch (8) brachte die Arterienwände dadurch zur Berührung, daß er eine mit Wasser gefüllte Gummipelotte, die mit einem Hg.-Manometer verbunden war, gegen die Arterie so lange drückte, bis der Puls peripher von der Kompressionsstelle verschwand. Die Größe des angewendeten Druckes konnte unmittelbar abgelesen werden. Das ähnliche Instrument wurde später von Potain (9) angegeben und nach demselben Prinzip sind die Apparate von Bloch (10), Hoorweg (11), Francke (12), Selig (13), Frey (14), Stillmark (15), Hill und Flack (16) usw. konstruiert. Allen diesen Apparaten, welche sich an das Bach'sche Prinzip anschließen, ist, wie dem letzteren selbst, eine Menge von Fehlerquellen eigen.

Es bedeutete einen wesentlichen Fortschritt für die unblutige Blutdruckmessung, als Riva-Rocci (17) eine Methode bekannt

gab, bei der er durch Palpieren des Radialpulses feststellte, welcher Druck in einer den Oberarm umschließenden Manschette erforderlich ist, um den Radialpuls zum Verschwinden, bzw. zum Wiedererscheinen zu bringen. Die Drucksteigerung in der hohlen Gummimanschette wurde durch Lufteinblasung bewirkt, ihre Höhe an einem mit der Manschette kommunizierenden Hg.-Manometer gemessen. An die Riva-Roccische Methode schließen sich eine größere Reihe von Methoden an, auf die noch eingegangen werden muß. Zunächst haben eine Reihe von Autoren anstatt den Radialpuls zu palpieren, es vorgezogen, mit Hilfe von Pulsschreibern das Auftreten des Pulses graphisch aufzuschreiben. Dahin gehören Sahli (18), Straus (19), Fleischer (20) u. a.

Da es, wie Vierordt gezeigt hatte, auch leicht gelingt, den aufgewendeten Druck vom Manometer aus direkt graphisch auf berußtes Papier aufzuzeichnen, so kann man mit dieser graphischen Methode Kurven zeichnen, bei denen Druck und Puls zugleich registriert werden. Bei derartigen Kurven zeigte es sich nun, daß die Pulsschwankungen eine eigenartige Form vom ersten Beginn einer minimalen Zacke bis zu den dem Individuum eigenen ausgebildeten Pulsbildern annehmen; ein Phänomen, welches Strasburger (21) bereits durch einfaches Palpieren festgestellt hatte. Er war der erste, der aus seiner Beobachtung die Möglichkeit folgerte, nicht nur die Druckhöhe zu bestimmen, bei welcher die verschlossene Oberarmarterie sich öffnete, sondern auch diejenige zu finden, bei welcher das Gefäßrohr zum ersten Male seine volle Ausdehnung wiedergewinnt. Die Wichtigkeit dieser beiden Druckhöhen bestimmen zu können, liegt auf der Hand: denn die Kenntnis der Höhedifferenz dieser beiden Punkte (des maximalen und minimalen Druckes und dadurch die sogenannte Druckamplitüde) vermittelt uns erst die Kenntnis des mittleren Blutdruckes. Unter diesem verstehen wir nämlich die Druckhöhe, unter welcher das Blut, abgesehen von den pulsatorischen Druckschwankungen innerhalb der Arteriengefäße sich bewegt, und er hat manometrisch gemessen die Höhe, welche der Mitte zwischen maximalem und minimalem Blutdruck entspricht. Nächst Strasburger haben dann Sahli, Straus, Janeway (22), Masing (23) u. a., die aus ihren Kurven in ganz ähnlicher Weise wie es Strasburger palpatorisch getan hat, den maxim. und minim. Blutdruck und damit auch den mittleren bestimmt. —

Auf einem anderen Wege versuchten dann eine Reihe von Autoren, die Höhe des maxim. und minim. Blutdruckes zu bestimmen. Sie gingen von einer Beobachtung Mareys aus, welcher gefunden hat, daß der in einem mit Wasser gefüllten Pletis-

mographen eingeschlossene Arm, wenn der Druck innerhalb des Pletism. gesteigert wird, an Größe zunehmende pulsatorische Schwankungen innerhalb des Wassers hervorruft, die schließlich bei einer weiteren Steigerung an Größe wieder abnehmen (ohne jedoch bei sehr starker Druckbelastung völlig zu verschwinden). Marey (24) deutet diese Erscheinung so, daß die größten Schwankungen in dem Moment eintreten, in welchem der Druck im Wasser und der Druck innerhalb der Gefäße sich das Gleichgewicht halten und somit die Pulsschwankungen ihren unmittelbaren Ausdruck in den Schwankungen des Wassers innerhalb des Pletismographen finden. Die Frage, ob in dem Momente der größten Schwankungen (Oszillationen) diese den minimalen oder den mittleren Druck bestimmen, kann zur Zeit noch nicht als entschieden gelten.

Diese Beobachtung Mareys hat zur Konstruktion einer ganzen Reihe von Apparaten geführt, welche unter Anlehnung von dem Prinzip von Marey es gestatten, unter steigender Druckbelastung die Oszillationen zu beobachten und auch graphisch zu registrieren; derartige Apparate haben Folgende konstruiert: Mosso (25), Hürthle (26), Oliver (27), Hill und Barnard (28), Erlanger (29), Pal (30), v. Recklinghausen (31), Münzer (32), Jaquet (33), Singer (34), Pachon (35), Uskoff (36), Brugsch (37) u. a.

Zur Blutdruckbestimmung finden noch außerdem folgende Methoden Anwendung. Bei der von Riva-Rocci angegebenen Versuchsanordnung entstehen, wie es zuerst von Korotkow (38) festgestellt ist, in der komprimierten Oberarmarterie akustische Phänomene, deren Beginn und Aufhören jeweilig mit der Höhe des maxim. und minim. Druckes zusammenfallen.

Ehret (39) hat gefunden, daß ebenfalls bei der Riva-Rocci-schen Versuchsanordnung zugleich mit dem Erreichen des minimalen Druckes eine intensive Pulsation der Brachialis distal. von der komprimierten Binde eintritt und sichtbar ist.

Viel Anwendung fand eine Methode der Blutdruckbestimmung, die von Gärtner (40) angegeben ist, mit der man aber nur den maximalen Blutdruck bestimmen kann, und deren Prinzip folgendes ist: das Endglied eines Fingers wird durch Kompressionen blutleer gemacht und durch manometrische Messung wird festgestellt, bei welcher Druckhöhe das Blut wieder in das Fingerglied hineinströmt.

Schließlich ist noch eine Beobachtung zu erwähnen, die von Frey und v. Recklinghausen erhoben wurde und die darin besteht, daß bei einer Kompression der oberen Extremität mit einem Drucke, welcher dem minim. Druck entspricht, der

Untersuchte ein Kopfgefühl in seinem Arm synchron mit seinem Pulsschlage empfindet, eine Empfindung, die beim Steigen oder Sinken des Druckes an Intensität nachläßt.

Man kann also die Methoden zur Bestimmung des Blutdruckes nach folgenden Gesichtspunkten einteilen:

1. Methoden zur Bestimmung des maxim. Blutdruckes: Palpatorische (von Basch, Potain, Riva-Rocci), Erubescitorische (Gärtner).
2. Methoden zur Bestimmung des minim. Blutdruckes: Sensorische (v. Frey, Erlangen, v. Recklinghausen, Ehret).
3. Methoden zur Bestimmung des maxim. und minim. Blutdruckes: Palpatorische (Strasburger); Auskultatorische (Korotkow, Krilow); Oszillatorisch-graphische (Sahli, Janeway, v. Recklinghausen, Pal, Uskoff usw.).

Ich wählte für meine Versuche den Apparat von Uskoff. Seine Vorteile für meine Zwecke bestehen darin, daß es mit ihm möglich ist, eine gleichzeitige Registrierung des Blutdruckes maxim. u. auch minim.) und der Pulsfrequenz, außerdem noch wenn es nötig scheinen sollte, eine dritte Registrierung, der Atmung, des Spitzenstoßes, Venenpulses usw. vorzunehmen. Die Kurve stellt eine Sphygmographenkurve dar und kann so lange, wie es nötig ist, ausgedehnt werden. Die Untersuchung ist schnell und leicht ausführbar und die Untersuchten werden dabei sehr wenig belästigt. Die Ablesung der registrierten Werte ist bei gewisser Übung leicht und genau.

»Der Apparat besteht aus einem Quecksilbermanometer, das mit einem Gebläse und einer Armmanschette in Verbindung steht, aber auch mit einem Gummiballon, der in einer Glaskugel eingeschlossen wird. Mit dieser Glaskugel kommuniziert der Mareysche Tambour, der die Schwankungen des Druckes in der Glaskugel aufschreibt, die von dem Luftraum der Manschette durch den mehr oder weniger ausgedehnten Gummiballon mitgeteilt werden. Damit diese Oszillationen immer auf derselben Höhe geschrieben werden, hat die Glaskugel noch eine Öffnung nach dem Freien, die so reguliert wird, daß bei absinkendem Druck in der Manschette, während der Gummiballon in der Glaskugel immer kleiner wird, immer wieder genug Luft eintreten kann, um im Raum zwischen Kugel und Gummiballon Atmosphärendruck herzustellen, aber nicht so rasch, als daß nicht der rasche Anstieg der Volumenvermehrung des Gummiballons einen starken Ausschlag des Mareyschen Tambours erzeugen könnte. Durch einfaches Umstellen eines Hebels wird ein Ventil geöffnet, das den vorher erhöhten Manschettendruck in geeignetem Tempo absinken läßt, und durch denselben Handgriff wird gleichzeitig

die erwähnte Kommunikation der Glaskugel mit der Außenluft hergestellt.« (Stähelin 41.) Durch eine besondere Vorrichtung wird ein berußter Papierstreifen in Bewegung gesetzt, auf welchem die Druckschwankungen aufgezeichnet werden, wobei zugleich ein Uhrwerk die Zeit durch Ein-Fünftel-Sekunden-Zeitmarken markiert.

Bei meinen Versuchen habe ich auf Veranlassung von Herrn Privatdozent Dr. Plesch von der dosierten Arbeit, wie sie von Anderen (siehe unten) mit Herzschen Widerstandsapparaten, Hartleibschen und Gärtnerschen Ergostaten, Tretbahn, Bremsrad usw. ausgeführt wurde, Abstand genommen, weil diese Methoden zwar die Berechnung der Arbeitsleistung zulassen, aber keinesfalls als Maßstab der gesamten Körperarbeit anzusehen sind. Wird doch ein Ungeübter viel mehr Muskeln innervieren als nötig ist, um eine gewisse Arbeit zu leisten. Wollen wir den Begriff Training definieren, so handelt es sich dabei nicht nur darum, daß wir Muskeln durch Übung stärken, sondern daß wir nur diejenigen Muskeln innervieren, die zur Arbeitsleistung nötig sind, die anderen aber möglichst ruhig stellen. Daraus resultiert eine Ökonomie im Sauerstoffverbrauch. Es muß also ein Trainierter zu einer Arbeit weniger Sauerstoff verbrauchen, wie ein nicht Geübter; da aber die Zirkulation sich dem Sauerstoffverbrauch anpaßt und nicht der geleisteten Arbeit, so haben die Messungen mit den genannten Apparaten nur einen sehr bedingten Wert. Wollen wir ein Maß für die zirkulatorische Anpassung an körperliche Arbeit haben, so müssen wir den Sauerstoffverbrauch messen. Für physiologische Versuche würde diese Methode keine Schwierigkeiten bereiten. Bei der Erkrankung des Zirkulationsapparates aber bieten schon die geringen respiratorischen Widerstände, die bei solchen Versuchen unvermeidlich sind, ein in vielen Fällen kaum überwindbares Hindernis. Da es sich in meinen Fällen um praktische Untersuchungen handeln sollte, so habe ich ein praktisches Maß der Arbeit angewandt, und zwar haben die Patienten so lange eine Arbeit leisten müssen (Kniebeugen, Aufsetzen und Hinlegen bei Schwerkranken, Treppensteigen, Herumlaufen), bis deutliche Anzeichen von Sauerstoffmangel (Dyspnoe) und subjektives Gefühl von Atemnot, Herzklopfen eintraten. Meine Versuche beziehen sich also auf relative Leistungen, die begrenzt sind einerseits durch absolute Ruhe, andererseits durch absolute Ermüdung, und basieren auf der individuellen Leistungsfähigkeit.

Da es von vielen (Biron (42), Hensen (43), Morris (44) und Edmunds u. a.) nachgewiesen ist, wie groß die Differenzen bei verschiedenen Lagen und Stellungen des Körpers in der Größe

der Druckwerte sein kann, so habe ich die Blutdruckmessungen in derselben Lage und Stellung vor und nach der Arbeit vorgenommen. Um den hydrostatischen Druck auszuschalten, wurden die Druckmessungen in der Herzhöhe vorgenommen. Die Kurven wurden, wie die Tabelle zeigt, gleich nach der Arbeit aufgenommen und mit kleinen Intervallen von ½, 1, 2 usw. Min. bis zum Normalwerte verfolgt. Die Ablesung erfolgte so: Da, wo die Abweichung nach unten von der Horizontale gut ausgeprägt war, wurde dieses als maximaler Druck angesehen, sonst die erste deutliche Zacke, von der an sie größer zu werden anfangen. Als Minimum wurde die größte Zacke abgelesen, nur in einigen Fällen, wo die höchste Zacke nicht deutlich abmeßbar war, habe ich das Merkmal von Frank (45) zugezogen, d. h. das Verschwinden der Horizontale. Selbstverständlich wurde bei jedem Falle nur ein Verfahren angewandt, und das genügte vollständig, da der Charakter der Kurve vor und nach der Arbeit in demselben Falle der gleiche ist.

Die Resultate der bisherigen Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Muskelarbeit, Blutdruck und Pulsfrequenz sind nicht übereinstimmend und gehen sogar weit auseinander; wo einige eine Blutdrucksteigerung nach der Muskelarbeit konstatieren, finden andere fast bei derselben Art und Dosis der Arbeit entweder keine Beeinflussung oder sogar eine Erniedrigung des Blutdruckes. Es können, wie dies auch aus unseren Untersuchungen hervorgeht, individuelle Verschiedenheiten dabei eine Rolle spielen, doch kann an dieser Divergenz der Resultate auch der Fehler der jeweils angewandten Methodik Schuld tragen.

Die Arbeiten, die sich mit dem hier behandelten Thema befassen, sind in kurzem Excerpt folgende:

Tangl und Zuntz (46) untersuchten mittels eines mit der Carotis verbundenen Metallmanometers die Veränderungen, die der arterielle Blutdruck durch die Muskelarbeit erfährt. Im Gegensatz zu früheren Erfahrungen am Pferde, wo Zuntz und Hagemann bei relativ leichter Arbeitsleistung Blutdrucksenkung konstatiert haben, finden sie im Tretwerk laufender Tiere den Druck regelmäßig gesteigert. Bei leichter Arbeit um 6 mm Hg., bei schwerer um 23 mm Hg.

Grabner und Grünbaum (47) stellten mittels des Gärtnerschen Tonometers 65 Versuche an, bei welchen die Versuchspersonen an sieben verschiedenen Herzschen Widerstandsapparaten gearbeitet haben, und bei ihnen war der Blutdruck schon vorher bestimmt worden. Mit Beginn der Arbeit stieg der Druck in allen 65 Versuchen und sank schnell sofort nach deren Beendigung. Bei längerer Dauer

der Muskeltätigkeit erhalten sie eine andauernde Steigerung, die von Remissionen bis zur Normalhöhe unterbrochen sein kann.

Bei einer anderen Untersuchung mit dem Apparat von Riva-Rocci fand Gumprecht (48) nach Muskelarbeit eine durchschnittliche Erhebung über den Ruhewert um 13 mm. Hg. Staehelin (49) studierte den Einfluß der am Ergostaten gelieferten, veränderlichen und meßbaren Muskelarbeit auf die Herztätigkeit und den Radialpuls. Er konstatierte eine Vermehrung der Pulsfrequenz, die um so größer ist, je höher die Arbeitsleistung, deren Verhalten aber doch sehr von individuellen Verhältnissen abhängt. Das letztere gilt von der Erholung des Herzens nach der Arbeit, wenn auch hier sich feststellen läßt, daß schon unmittelbar nach dem Aufhören der Muskeltätigkeit die Schlagzahl sinkt, und zwar besonders schnell in den ersten 10 Sekunden, um, je nach der Schwere der Anstrengung, schon nach 2 Minuten, oder erst nach ¼ bis ½ Stunde zur Norm zurückzukehren. Die Übung soll einen deutlichen Einfluß auf die Erholung des Herzens haben.

Grünbaum und Amson (50) stellten an Herzschen Apparaten Versuche mit Muskelarbeit an, indem sie dabei und nachher die Pulsfrequenz beobachteten. Die Resultate ergeben, daß jede Muskelarbeit die Pulsfrequenz steigert. Mit dem Aufhören der Arbeit soll die Pulsfrequenz gesunken sein. Die Art des An- und Absteigens zeigt individuelle Verschiedenheiten.

Buttermann (51) beobachtete, wie das kranke Herz auf eine Muskelarbeit reagiert. Bei arbeitenden Herzkranken, die mit Myokarditis behaftet waren, sank der Blutdruck nach einer Arbeit von 4—8 Minuten im Hartleibschen Ergostaten um 3 bis 14 mm, wenn eine Arbeit von 80—300 kg geleistet war und die Arbeitenden das Gefühl der Anstrengung und Kurzatmigkeit bekamen. Bei gesunden, einigen chlorotischen und mehreren Herzkranken mit compens. Herzaffektionen stieg der Blutdruck unter denselben Bedingungen um 13 mm.

Huber (52) konnte eine Blutdrucksteigerung nach körperlicher Anstrengung nicht konstatieren. Die Versuche wurden mit dem Gärtnerschen Tonometer mit Metallmierometer und Riva-Roccischem Apparat ausgeführt.

Schott (53) hat absolut gesunde Männer und Knaben miteinander ringen lassen, bis Dispnoe eintrat, und dann gesehen, wie der tonometrische (Gärtner) Druck bei so herbeigeführter akuter Herzinsufficienz sich verhält. Das Ringen zeigt, sobald es noch nicht zur Dispnoe geführt hat, also nur einer einfachen starken Muskelaktion gleichkommt, erst eine Blutdrucksteigerung, oft nur um wenige Millimeter, manchmal aber um 10 und mehr

Millimeter, sobald aber anhaltende Dispnoe zustande kommt, sinkt der Blutdruck rapide.

Katzenstein (54) sah an von ihm vorgenommenen Blutdruckmessungen bei 74 gesunden Soldaten nach länger dauernder Arbeit der letzteren (Bergsteigen, Exerzieren) eine Erniedrigung des Blutdruckes eintreten. Bei einigen hatte die Anstrengung keine Beeinflussung auf den Blutdruck.

Moritz (55) untersuchte 6 gesunde und 23 herzkranke Männer, wobei während der Arbeit verschiedener Muskelgruppen der Blutdruck mit dem Apparat von Riva-Rocci gemessen wurde. Bei gesunden Menschen ändert sich nach Ansicht des Verfassers der Blutdruck nicht bei relativ sehr leichter, gar nicht ermüdender Arbeit. »Nicht die Größe der geleisteten Arbeit, sondern die der Ermüdung ist es, welche die Höhe des Blutdruckes bestimmt.« Das kranke Herz ermüdet bei viel geringerer und kürzer dauernder Arbeitsleistung als das gesunde. Bei Myodegeneratio cordis steigt anfänglich der Blutdruck bei Körperarbeit, sinkt dann noch während letzterer ein wenig von der erreichten Höhe ab und kehrt nach Arbeitsschluß langsamer zur Norm zurück als beim gesunden Menschen. Verfasser betont, daß auch schwer Herzkranke jeder Art mit starken Kompensationsstörungen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle bei Körperarbeit eine Blutdrucksteigerung erfahren. Die maximale Blutdrucksteigerung in den Fällen von Myodegeneratio cordis betrug 10—57 mm H., während die Zunahme der Pulsfrequenz 12—30 Schläge im Maximum ausmachte. Für die Klappenfehler waren die entsprechenden Zahlen 23—68 mm Hg., und 18—64 Pulsschläge.

Nach Bowen (56) ruft Muskelarbeit sofort eine Beschleunigung des Pulses hervor. Die Beschleunigung steigt sehr rasch an. Die Steigerung der Frequenz hängt nicht von der Größe, sondern von der Art der Arbeit ab, Geschwindigkeit hat viel mehr Einfluß, als die Größe des Widerstandes.

Selig (57) untersuchte 46 mit verschiedenen Krankheiten behaftete Personen, um aus dem Verhalten des Blutdruckes und der Pulsfrequenz während und nach der Muskelarbeit auf die funktionelle Herzdiagnose, Prognose, Prophylaxe und Therapie, Schlüsse zu ziehen. Es stellte sich heraus, daß sowohl der Blutdruck, wie auch die Pulsfrequenz in fast allen Fällen gestiegen war, erstere durchschnittlich um 6 mm Hg., zweitere um 28 Schläge in der Min.

Hesse (58) berichtet auf dem 24. Kongreß für Inn. Med. in Wiesbaden über das Verhalten des maxim. und minim. Blutdruckes und der Pulsfrequenz nach Körperanstrengung des Gesunden mit

dem Apparat von Recklinghausen vorgenommene Messungen folgendes:

»Kurze energische Anstrengung — Erhöhung beider Druckarten und der Pulsfrequenz. Längere und sehr lange fortgesetzte Körperanstrengung — Frequenz und mittlerer Druck halten sich in mäßiger Höhe, gestiegen ist besonders der diastd. Druck, so daß eine kleine Amplitude resultiert. Ursache liegt in der Weitbarkeit und der relat. Inhaltszunahme der Gefäße, die bei langer Anstrengung wächst.

Nach F. Klemperer (59) beruhen meistens die Veränderungen des Blutdruckes bei der Arbeit auf dem Einfluß des psychischen Faktors bei der letzteren.

Stursberg (60) fand mit der Sahli-Strasburgerschen palpatorischen Methode, daß nach Schluß der Arbeitsleistung bei Gesunden stets eine Steigerung der in der Zeiteinheit geleisteten Herzarbeit nachweisbar war. Ein gleichmäßiges Steigen und Fallen von Puls und Blutdruck konnte nicht konstatiert werden. Die Versuchspersonen reagierten nicht jedesmal in der gleichen Weise auf dieselbe Leistung. Bei Neurasthenikern war die Steigerung größer. Bei Herzklappenfehlern zeigte sich ein anderes Verhalten des Zirkulationsapparates bei der gleichen Körperarbeit wie bei Gesunden. Bei letzteren spielt besonders die Zunahme des Schlagvolumens die Hauptrolle, während es nach geringer Anzahl von Untersuchungen an Kranken mit Herzklappenfehlern den Anschein hat, als ob der Änderung des Gefäßtonus eine wesentlich größere Bedeutung zuzumessen sei.

Tiedemann (61) fand mit dem Recklinghausenschen Apparat während der Arbeit und 1 bis 5 Minuten danach Größerwerden der Amplitude nach nicht ermüdender Arbeit, und Kleinerwerden bei ermüdender. In den nächsten 6 bis 15 Min. nach der Arbeit war die Amplitude bei leichter Arbeit gleich wie vorher ud kleiner bei Ermüdung.

Herzfeld (62) kommt zum Resultat, daß der Blutdruck sich maxim. wie auch minim. nach dosierter Muskelarbeit sehr inkonstant verhält. Die Steigerung der Pulsfrequenz entspricht bei den gesunden Individuen der Größe der geleisteten Arbeit.

Es sind noch zu erwähnen die Arbeiten (63) von Basch, Oertel, Pfungen, Muximowitsch, und Rieder, die mit dem Sphygmomanometer von Bases fast durchweg größere oder geringere Blutdruckerhebungen unter dem Einfluß von Muskelarbeit gefunden haben. Dasselbe ist auch über die Arbeiten von Külbe (64), Tavastsjewa (65) und Kraus (66 u. 67) zu sagen.

Lowsky (68) hat an gesunden jungen Männern, die zum

Teil Berufsathleten waren, den Einfluß der Leibesübungen auf den Blutdruck untersucht und gibt an, daß nach der Arbeitsleistung die Pulsfrequenz, sowie der systol. und diastol. Druck unter die normale Höhe sinken.

Kleissel (69) suchte das Verhältnis des Blutdruckes und der Pulsfrequenz nach der Körperarbeit zu verwerten. Bei Soldaten, die 15 Kniebeugen mit gleichzeitigem Vorwärtsstoßen der Arme machten, zeigte sich eine Blutdruck- und Pulsfrequenzsteigerung, »was auf pathol. Zustand des Herzens schließen läßt«, bei Gesunden unter denselben Bedingungen verhält sich alles normal, d. h. es kommt keine Steigerung oder Erniedrigung zustande.

Bei organisch Gesunden habe ich selbst 5 Versuche angestellt, Alle 5 Fälle haben das gemeinsam, daß der maximale Druck sofort nach der Arbeit ansteigt; nicht in demselben Maße steigt der minimale Druck, so daß daraus eine Vergrößerung der Druckamplitude resultiert, wie z. B. im Falle I, wo die Druckamplit. von 64 auf 82 steigt; es sinkt dann alsbald in 5 Min. der maximale Druck wieder zur Norm und auch der minimale. Parallel mit diesem Sinken des Blutdruckes, kehrt auch die Pulsfrequenz in derselben Zeit zur Norm zurück.

Versuch I.

Dr. F., 24 Jahre alt, gesund.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	132	86	46	70
2 Minuten anstrengende Arbeit — Ringen.				
Gleich nach der Arbeit	176	94	82	100
Nach 1 Minute Pause	160	90	70	85
» 1 » »	150	96	54	72
» 1 » »	146	96	50	74
» 2 » »	132	82	50	70

5 Minuten Pause.

Das Gleiche sehen wir in Falle II.

Versuch II.

Dr. P., 23 Jahre alt, gesund.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	132	92	40	76
2 Minuten Ringen mit Kniebeugen.				
Gleich nach der Arbeit	170	112	58	108
Nach ½ Minute Pause	154	102	52	96
» 1 » »	150	104	46	92
» 1 » »	142	100	42	90
» 3 » »	136	96	40	86
» 1 » »	136	94	42	80

6½ Minute Pause.

Der Fall III zeigt Steigerung in demselben Sinne, nur mit dem Unterschied, daß die Erholungszeit etwas prolongiert ist, wir erhalten die normalen Zahlen erst nach 8 Minuten.

Versuch III.

Dr. G., 28 Jahre alt, gesund, Raucher.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	138	100	38	80
1½ Minute Kniebeugen und Gymnastik.				
Gleich nach der Arbeit	156	96	60	120
Nach ½ Minute Pause	148	94	54	112
» ½ » »	142	92	50	110
» 1 » »	138	96	42	104
» 1 » »	138	98	40	100
» 2 » »	136	96	40	92
» 3 » »	138	98	40	84

8 Minuten Pause.

Im Falle IV sehen wir die Ruhewerte in 4½, im Falle V in 6 Minuten zurückkehren.

Versuch IV.

Dr. Fr., 23 Jahre alt, gesund.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	134	94	40	72
2 Minuten Ringen.				
Gleich nach der Arbeit	170	96	74	102
Nach 1 Minute Pause	154	100	54	86
» ½ » »	148	98	50	78
» 1 » »	144	100	44	74
» 1 » »	140	94	46	72
» 1 » »	136	94	42	70

4½ Minute Pause.

Versuch V.

Dr. S., 23 Jahre alt, Organe gesund, Raucher, stark neurasthenisch.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	152	102	50	90
15 Kniebeugen und 3 mal 3 Treppen Auf- und Abwärtslaufen.				
Gleich nach der Arbeit	188	114	76	140
Nach ½ Minute Pause	182	100	82	130
» ½ » »	180	112	68	124
» 1 » »	170	102	68	114
» 1 » »	156	100	56	100
» 1 » »	150	100	50	96
» 2 » »	146	94	52	90
6 Minuten Pause.				

Als ideale Kurven können die Fälle I, II und IV, V gelten. Wir finden in diesen Fällen nach vorausgegangener Steigerung sofort nach der Arbeit ein starkes und gleichmäßiges Sinken in den ersten Minuten und in längstens 6½ Minuten hat sich der Kreislauf wieder beruhigt. Nehmen wir diese empirisch festgestellte Tatsache als charakteristisch für ein normal funktionierendes Herz an, so müssen die Abweichungen von denselben für die pathologischen Fälle für ihre Funktionstüchtigkeit bewertet werden. Die Steigerung der Pulsfrequenz um ca. 50 pCt. der Werte scheint bei maximalster, Arbeitsdispnoe hervorrufender Anstrengung normal zu sein. Die Steigerung des Blutdruckes und Vergrößerung der Druckamplitude ist es, ohne exakte Belege dafür zu bringen, doch klar, daß der Arbeitssauerstoffbedarf in diesen Fällen nicht allein durch die Pulsfrequenz, sondern auch durch Schlagvolumenveränderung gedeckt wird, denn wenn die Pulsveränderung allein in diesen Fällen den Sauerstoffmehrbedarf decken sollte, so könnte nur der Sauerstoffverbrauch um nicht mehr als ca. 50 pCt. gestiegen sein, und das ist nach allen den bisher vorgenommenen respiratorischen Versuchen bei den maximalsten Arbeitsanstrengungen nicht wohl anzunehmen. Die Erhöhung der Druckamplitude beweist ceteris paribus ebenfalls die Erhöhung des Schlagvolumens, und wir können in der Relation vom Puls und Amplitude in der Pulsfrequenzänderung ein funktionelles Maß für Arbeitsanpassungsfähigkeit des Herzens erblicken. Je höher die Änderung der Amplitude, je geringer die Pulsfrequenzänderung, — um so besser ist die Funktion des Herzens. Unsere 5 gesunden Fälle zeigen diese Verhältnisse ganz klar, besonders prägnant sehen wir dieses in den Fällen I und IV.

Ein schwacher Mensch mit habitus asthenicus ist in dem Versuche VI beschrieben.

Versuch VI.

Dr. L., 24 Jahre alt, schwächlich, habitus asthenicus und neurasthenicus.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	140	100	40	82
5 Minuten Kniebeugen und Armgymnastik.				
Gleich nach der Arbeit	158	112	46	126
Nach ½ Minute Pause	160	108	52	124
» ½ » »	158	112	46	120
» 1 » »	132	106	26	112
» 1 » »	130	102	28	114
» 2 » »	130	102	28	110
» 4 » »	126	94	32	100
» 15 » »	132	100	32	94
» 30 » »	130	90	40	84

54 Minuten Pause.

Er konnte zwar ziemlich lange Kniebeugen mit Armgymnastik bis zur Ermüdung ausführen, doch ist eine Disproportionalität in der Kurve zwischen Druckamplitude und Pulsfrequenzsteigerung wahrzunehmen. Wir konnten bei diesem Falle eine extrasystolische Arrythmie sofort nach der Arbeit feststellen, und was das Auffallendste ist, erst nach ungefähr 1 Stunde kehrte die Pulsfrequenz zur Norm zurück, gegen 5 bis 10 Minuten bei den Gesunden. Auch ist die Erholungskurve der Pulsfrequenz eine sehr in die Länge gezogene, wohingegen die Blutdruckkurve bei einer Verkleinerung der Druckamplitude sehr rasch zur Norm zurückkehrt. Diese Fälle sind es, bei welchen das Schlagvolumen in der Erholungszeit kleiner wird als in der Norm, weil doch der normale zirkulatorische Bedarf durch häufigere Kontraktionen des Herzens gedeckt wird. Wenn in solchen Fällen nach der Arbeit eine Verkleinerung des Herzens festgestellt wird, so können wir das auf diese Umstände zurückführen. Zu welchen falschen Resultaten man kommen kann, wenn man aus röntgenologischen Aufnahmen nach der Arbeit Schlüsse auf die Größe des Herzens während der Arbeit zieht, beweisen unsere gesunden Fälle, wie besonders der Fall VI, bei welchem wir in der ersten Minute nach der Arbeit die größten Veränderungen beobachten können. Solange wir also nicht röntgenologische Aufnahmen während der Arbeit besitzen, können wir über die Herzgröße während der Arbeit nichts Sicheres aussagen.

Wie sehr sich die Verhältnisse nach dem Grade der Anstrengung in dem oben angegebenen Sinne ändern, beweist der Doppelversuch VII.

Versuch VII.

Frl. Schm., 26 Jahre alt, Hemicranie.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	154	118	36	72
5 Minuten Herumlaufen.				
Gleich nach der Arbeit	168	128	40	74
Nach ½ Minute Pause	164	124	40	78
» ½ » »	162	120	42	78
» 1 » »	164	128	36	80
2 Minuten Pause.				
10 Minuten Herumlaufen.				
Gleich nach der Arbeit	170	122	58	84
Nach 1 Minute Pause	154	120	34	90
» 1 » »	160	130	30	90
» 2 » »	156	124	32	84
» 3 » »	162	130	32	84
7 Minuten Pause.				

Wir haben die an Hemicranie leidende, 26jährige Patientin zuerst nach 5 Min. dauernder Arbeit untersucht und konnten bei ihr sowohl die Druck- wie auch die Pulsfrequenzänderung wahrnehmen, bevor aber eine völlige Erholung eingetreten war, haben wir eine abermalige, aber jetzt 10 Min. dauernde Arbeit leisten lassen, und wir sehen, daß sich bei dieser Anstrengung Blutdruck und Pulsfrequenz steigern können. Allerdings ist die Erholungsperiode auch in diesem Falle zu sehr in die Länge gezogen.

Eine merkwürdige Regulierung sehen wir im Falle VIII.

Versuch VIII.

Frau K., 51 Jahre alt, nervöse Magenbeschwerden.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ
Vor der Arbeit	152	120	32	90
4 Minuten Herumlaufen .				
Gleich nach der Arbeit	202	162	40	88
Nach ½ Minute Pause	192	168	24	86
» 2 » »	180	154	26	88
» 2 » »	180	150	30	90
» 3 » »	172	140	32	90
» 5 » »	162	130	32	90
12½ Minuten Pause.				

Die 51 Jahre alte Patientin litt an leichten nervösen Magenstörungen. Sie hatte nach 4 Min. dauernder Arbeit eine Blutdrucksteigerung von 152/120 zu 202/162, ohne dabei die Puls-

frequenz zu steigern. Wir müssen wohl in diesem Falle annehmen, daß die gesamte Mehrarbeit des Herzens allein durch das vergrößerte Schlagvolumen bewältigt worden ist. Die Druckwerte kehren in 5 Min. zu den Normalwerten zurück. Ob diese Verhältnisse ohne weiteres auf ein absolut funktionstüchtiges Herz schließen lassen, oder aber wir es mit einem krankhaften Vagustonus zu tun haben, können wir auf Grund dieser Untersuchung allein nicht entscheiden. Jedenfalls stellt er einen Einzelfall unter unserem Versuchsmaterial dar.

Auch im Falle IX sehen wir, daß die Pulsfrequenz nach der Arbeit sich kaum ändert.

Versuch IX.

Frau Sch., 42 Jahre alt, Gelenkrheumatismus.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	124	80	44	72
3 Minuten Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	150	88	62	76
Nach 1 Minute Pause	136	84	52	70
» 1 » »	130	80	50	68
» 2 » »	128	78	50	70
» 3 » »	126	76	50	70

7 Minuten Pause.

Im Gegensatz aber zum Falle VIII ist die Blutdrucksteigerung verhältnismäßig geringer und nur die Druckamplitude wird erhöht. Wir wollen bei diesen Fällen hervorheben, daß es sich in den Fällen mit gesundem Herzen, dort, wo wir eine wesentliche Erhöhung der Pulsfrequenz beobachteten, um im Anfange der 20 er Jahre befindliche Personen und in den 2 Fällen, bei denen die körperliche Anstrengung zu keiner Pulsfrequenzerhöhung geführt hat, um 51 resp. 42 Jahre alte Personen gehandelt hat.

Für ein toxisch geschädigtes Herz ist der Versuch X anzusehen.

Versuch X.

Frl. St., 22 Jahre alt. Tbc. (III Stadium.)

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ
Vor der Arbeit	114	92	22	110
20 mal Aufsetzen und Hinlegen				
Gleich nach der Arbeit	116	96	20	126
Nach ½ Minute Pause	118	94	24	120
» 1 » »	114	90	24	118
» 1 » »	116	94	22	110

2½ Minuten Pause.

Schon im Ruhezustande ist die Pulsfrequenz 110 und dementsprechend reagiert die Patientin, die an einer schweren Tuberkulose gelitten hat, nach einem 20 maligen Aufsetzen und Hinlegen mit einer schweren Arbeitsdispnoe. Dieses geringe Plus an Sauerstoffverbrauch bewältigt die Patientin rein durch Pulsfrequenzerhöhung bis 126 in der Minute, ohne nennenswerte Erhöhung des maximalen und minimalen Blutdruckes. Es ist eben die Akkomodationsbreite eines für den Ruhebedarf angestrengten Herzens stark eingeschränkt.

Der Fall XI zeigt uns die Verhältnisse bei einem jungen Individuum, das an einer chronischen Nephrose gelitten hat, welche zu einem pathologisch erhöhten Blutdruck von 190/124 und zu einer starken Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels geführt hat.

Versuch XI.

Frl. Sch., 16 Jahre alt, chron. Nephritis, Hypertr. und Dilat. Cordis.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	190	124	66	98
5 Minuten Herumlaufen.				
Gleich nach der Arbeit	226	142	84	132
Nach ½ Minute Pause	206	136	70	130
» ½ » »	194	134	60	128
» 1 » »	182	132	50	132
» 3 » »	180	130	50	126
» 3 » »	182	132	50	120
» 1 » »	184	130	54	118
» 5 » »	174	122	52	120
» 10 » »	176	126	50	120
» 2 » »	180	128	52	124
» 3 » »	186	122	64	120
» 15 » »	—	—	—	114
» 6 » »	—	—	—	112
» 14 » »	—	—	—	108
» 9 » »	—	—	—	102
» 8 » »	—	—	—	98

1 Stunde 21 Min. Pause.

Schon eine verhältnismäßig leichte Arbeit von 5 Minuten langem Herumlaufen erhöht den Blutdruck auf 226/142, somit die Druckamplitude um 18 mm und die Pulsfrequenz um 34 pro Minute. Die Erholungskurve des Druckes ist auch hier in den ersten Minuten steil abfallend, ja es sinkt sogar die Druckamplit. unter die Norm, nach 2 Minuten sind die Druckwerte fast

normal, nach 5 Minuten sind sie unter der Norm, sie sinken in der 14. Minute bis auf 174/122, um in noch einer halben Stunde die Höhe der Ruhewerte zu erlangen. Die Pulsfrequenz verhält sich ganz anders, sie steigt sofort nach der Arbeit von 98 auf 132, dann sinkt sie allmählich in den ersten 5 Min. zu 120, da bleibt sie fast stationär ungefähr 20 Min., um erst nach ca. 1¼ Stunde vom Anfange der Messung die normalen Werte zu erlangen. Die Deutung dieser Verhältnisse ist nicht einfach. Es scheint, als ob das dilatierte und hypertrophische Herz sich nur sehr schwer nach der Steigerung seiner Arbeitsleistung erholen könnte. Es ist eben die Hypertrophie an und für sich eine Einschränkung der Kompensationsbreite; die Anspruchsfähigkeit eines für den Ruhebedarf bereits überanstrengten Herzens ist vermindert.

Von Art. Sklerose haben wir 2 Fälle untersucht.

Versuch XII.

Herr H., 51 Jahre alt, Emphysem und stark geschläng. Arterien.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	132	76	56	58
2 Minuten Spaziergang und ein paar Kniebeugen.				
Gleich nach der Arbeit	144	84	60	52
Nach 1 Minute Pause	140	78	62	54
» 2 » »	134	76	58	56
» 2 » »	132	80	52	56
» 5 » »	130	78	52	56

10 Minuten Pause.

Versuch XIII.

Frau L., 64 Jahre alt, Art. Skler. und Parall. agitans.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	164	106	58	70
15 mal Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	180	114	64	80
Nach 1 Minute Pause	176	114	60	76
» 1 » »	170	110	60	72
» 2 » »	164	104	60	70
» 2 » »	162	104	58	70

6 Minuten Pause.

In dem Falle XII haben wir trotz der hochgradigen Sklerose, an der der Patient gelitten hat, einen verhältnismäßig niedrigen Druck von 132/76.

Im Falle XIII eine Patientin, die neben ihrer Art. Sklerose an Paral. agitans gelitten hat, finden wir den Druck 164/106. Trotz diesem verschiedenen Verhalten des Ruheblutdruckes sehen wir in beiden Fällen eine gleichsinnige Änderung bei körperlicher Anstrengung. Die Pulsfrequenz wird in diesen Fällen genau so nicht erhöht, wie in den Fällen VIII und IX. Ja, sogar im Falle XII sinkt diese sofort nach der Arbeit von 58 auf 52. Die Druckamplitude wird ebenfalls kaum verändert, nur die Druckwerte, sowohl Maximalwert wie Minimalwert, steigen.

Die Zahl der untersuchten Fälle reicht nicht aus, um diese Verhältnisse als pathologische Merkmale für Art. Sklerose anzusehen.

Die Fälle bei Herzkrankheiten scheinen im ersten Momente unseren Ausgangsbetrachtungen nicht im vollen Maße gerecht zu werden, indem wir nur in verhältnismäßig geringer Zahl der Fälle eine wesentliche Erhöhung der Pulsfrequenz erzielen konnten. Die Ursache für dieses Verhalten liegt im wesentlichen darin, daß die Herzkranken keine so erhebliche Arbeit zu leisten imstande sind, die eine wesentliche Erhöhung des Sauerstoffmehrbedarfs nach sich zieht, und so wird auch keine starke Erhöhung des Minutenvolumens benötigt. Die Akkomodationsbreite des in seinem Mechanismus geschädigten Herzens ist wesentlich eingeschränkt, was seinen klinischen Ausdruck in der rasch auftretenden Arbeitsdispnoe findet.

Die Fälle XIV und XV betreffen 2 Pat. mit reiner Mitralinsuffizienz, von denen der Fall XIV in einem kompensierten, der Fall XV in dekompensiertem Stadium sich befunden hat.

Versuch XIV.

Frau F., 54 Jahre alt. Mitralinsuf. anamn. Rheumat. auch Lues. Arrhytmie selten .

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	130	98	32	100
10 Minuten Herumlaufen.				
Gleich nach der Arbeit	152	108	44	100
Nach ½ Minute Pause	154	108	46	—
» 1 » »	146	102	44	96
» 1 » »	140	102	38	98
» 2 » »	124	90	34	96
» 2 » »	128	90	38	100

6½ Minute Pause.

Versuch XVa.

Frau L., 49 Jahre alt. 23. 4. 13: Mitralinsuf. Decompens. vitium (Oedeme, Dispnoe), keine Irregularität.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	126	102	24	76
1½ Minute Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	124	98	26	80
Nach ½ Minute Pause	136	106	30	90
» 1 » »	132	100	32	92
» 2 » »	134	102	32	84
» 2 » »	132	100	32	80
» 3 » »	134	100	34	80
8½ Minute Pause.				

Versuch XVb.

Derselbe Fall am 1. 5. 13.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	118	96	22	82
10 mal Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	124	106	18	100
Nach 1 Minute Pause	122	104	18	96
15 mal Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	128	108	20	100
Nach 1 Minute Pause	140	112	28	98
20 mal Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	136	110	26	96
Nach ½ Minute Pause	134	108	26	94
» 1 » »	124	106	18	92
» 1 » »	130	104	26	92
» 2 » »	124	104	20	90
» 3 » »	126	104	22	84
7½ Minute Pause.				
12 Minuten Pause und Essen.				
Nach 12 Minuten Pause	130	108	22	92
» 1 » »	126	106	20	90
» 7 » »	126	100	26	80
20 Minuten Pause.				

Die Pulsfrequenz ändert sich im Falle XIV im negativen Sinne. Die Feststellungen sind aber nicht ohne weiteres anzunehmen, weil eine starke Irregularität bestanden hat und die Pulszählung nicht möglich war. Auch hier sehen wir eine Steigerung des maxim. und minim. Blutdruckes und der Druckamplitude.

Die Erholungszeit ist sehr steil und es ist bemerkenswert, daß der Druck bereits nach 2½ Minuten unter den normalen Wert sinkt, ohne daß dabei die Druckamplitude sinkt. Bei dem Falle XV ist es umgekehrt; da sehen wir keine Änderung des Blutdruckes in den ersten Minuten auftreten, aber die Pulsfrequenz ist gesteigert. Im späteren Verlaufe der Erholungszeit steigt hingegen der Blutdruck, und die Pulsfrequenz kehrt zur Norm zurück. Bei einem weiteren Versuche desselben Falles, der einen Monat später und einige Tage vor dem Tode ausgeführt wurde, sehen wir ebenfalls stets nach ausgeführten Bewegungen die Pulsfrequenz erhöht neben einer minimalen Steigerung des Blutdruckes, ohne daß sich dabei die Druckamlpitude nennenswert ändert. In der sehr protrahierten Beobachtung, die sich auf einen Zeitraum von ½ Stunde ausgedehnt hat, sehen wir bei wiederholter Anstrengung eine stete Steigerung des Blutdruckes, eine minimale Änderung der Druckamplitude und eine nicht über 100 Pulse gehende Steigerung der Pulsfrequenz, die nur sehr langsam und nicht parallel mit dem Blutdruck abnimmt.

Eine Mitralinsuffizienz mit Stenose haben wir in dem jugendlichen Falle XVI vor uns.

Versuch XVI.

Frl. B., 19 Jahre alt. Mitralstenose mit Insuf. Hah. asthen. und Vasomotorica.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	160	110	50	78
7 Min. Herumlaufen und einmal 3 Treppen Auf- und Abwärtslaufen.				
Gleich nach der Arbeit	188	114	74	102
Nach ½ Minute Pause	176	106	70	90
» ½ » »	150	104	46	96
» 1 » »	146	102	44	98
» 1 » »	140	98	42	96
» 2 » »	138	100	38	96
» 3 » »	144	100	44	96
» 5 » »	156	104	52	86
» 30 » »	—	—	—	80

43 Minuten Pause.

Wir sehen da nach der Arbeit sowohl eine Steigerung der Pulsfrequenz von 78 auf 102, wie auch Steigerung der Druckamplitude durch Erhöhung des maxim. Druckes; aber schon nach einer Minute sinkt der Blutdruck und Druckamplitude unter die Norm, hält sich eine Weile auf der Höhe 144/100 und erst nach ca. ¼ Stunde sind die Druckwerte annähernd normal. Dem ge-

genüber ist die Erholungskurve der Pulsfrequenz eine sehr langdauernde, sie kehrt erst nach 43 Minuten zu der Norm zurück.

Im Falle XVII handelt es sich um eine reine Mitralstenose, die bereits nach einer geringen Anstrengung stark dispnoisch wurde.

Versuch XVII.

Frau T., 38 Jahre alt. Mitralstenose und Pleur. exsudat. (unter Digitalis).

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	122	100	22	68
3 Minuten Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	136	96	40	60
Nach ½ Minute Pause	140	96	44	62
» 1 » »	138	98	40	60
» 1 » »	140	94	46	60
» 1 » »	136	104	32	60
» 3 » »	134	98	36	60
» 5 » »	126	100	26	60

11½ Minute Pause.

Bemerkenswert ist dieser Fall durch die Druckerhöhung und das Sinken der Pulsfrequenz. Wir registrieren diesen Fall, ohne uns auf eine Erklärung dieser zirkulatorischen Veränderungen weiter einzulassen.

Der Fall XVIII ist eine Aorteninsuffizienz mit hohem Blutdruck und kleiner Amplitude, die nicht mehr als 48 mm beträgt.

Versuch XVIII.

Frau S., 37 Jahre alt. Aorteninsuf. mit Stenose. (Anamn. Lues).

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	188	140	48	70
2 Minuten Aufsetzen und Hinlegen.				
Gleich nach der Arbeit	210	124	86	74
Nach ½ Minute Pause	206	130	76	72
» 1 » »	196	116	80	66
» 1 » »	200	124	76	70
» 1 » »	188	120	68	70
» 1 » »	186	108	78	70
» 3 » »	176	128	58	70
» 3 » »	184	116	68	70

10½ Minute Pause.

Nach einer 2 Minuten dauernden körperlichen Tätigkeit steigt der maxim. Druck um mehr als 20 mm, der minim. Druck sinkt dabei um fast 20 mm, so daß eine Druckamplitude von 86 anstatt den früheren 48 resultiert. Die Pulsfrequenz zeigt fast keine Veränderung. In der Erholungskurve bleibt die Druckamplitude groß. Zwar kehrt der maxim. Druck zur Norm zurück, aber die Senkung des Minimums bleibt bestehen.

Bei dem Falle XIX mit Aorteninsuffizienz sind die Verhältnisse deshalb anders, weil wir durch die Bewegung einen stenocardischen Anfall ausgelöst haben, der gleich durch das Verabreichen von Nitroglycerin kopiert wurde.

Versuch XIX.

Frau K., Aorteninsuf. u. stenocard. Anfälle.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	178	68	110	96
10 Minuten Herumlaufen, stenocard. Anfall.				
Gleich nach der Arbeit	150	50	100	102
Nach 1 Minute Pause	172	58	114	96
» 2 » »	176	52	124	100
» 5 » »	164	46	118	100
» 5 » »	172	70	102	98

13 Minuten Pause.

Vielleicht ist es diesem Zustande zuzuschreiben, daß wir sofort nach der Arbeit, aber auch sofort nach Einnehmen des Nitroglycerins eine Blutdrucksenkung (sowohl des Maximums wie des Minimums wahrnehmen konnten. Erst später beobachteten wir die Zunahme der Druckamplitude. In dieser zweiten Periode der Untersuchung gleicht dieser Fall sowohl durch die unveränderte Pulsfrequenz, wie durch die Erhöhung der Druckamplitude dem vorher beschriebenen Falle von Aorteninsuffizienz.

Zum Schlusse haben wir die Verhältnisse einer Pulmonalstenose zusammengestellt im Falle XX.

Versuch XX.

Frl. P., 14 Jahre alt. Pulmonalstenose.

	Maxim.	Minim.	Amplit.	Pulsfrequ.
Vor der Arbeit	132	102	30	80
10 Minuten Herumlaufen.				
Gleich nach der Arbeit	142	88	54	70

Nach 1 Minute Pause		126	76	50	72
» 1	»	126	100	26	76
» 2	»	130	78	52	80
» 1	»	126	92	34	80
» 3	»	128	88	40	80

8 Minuten Pause.

Wir finden eine Senkung des minim. Druckes, eine Steigerung des maxim Druckes, somit eine Erhöhung der Druckamplitude. Die Druckkurve kehrt ungefähr in 8 Min. zur Norm zurück. Bemerkenswert aber ist das Tiefbleiben des minim. Druckes. Die Verringerung der Pulszahl in diesem Falle erinnert uns an den Fall XVII Mitralstenose. Das Plus an Schlagvolumen leistete eben das Herz hier durch die Erhöhung des Druckes, mit welchem das Blut bei gleicher Frequenz durch das verengte Ostium in der Zeiteinheit in das Gefäßsystem geworfen wird.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Herrn Privatdozenten Dr. Plesch für die Überweisung des Themas und für seine liebenswürdige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

1) Kraus: Die Ermüdung als ein Maß der Constitution. Bibliot. medica D. J. Heft 3. 1897.

2) J. Plesch: Haemodynam. Studien. Zeitschrift f. exp. Path. u. Ther. 1909 B. 6.

3) Stephan Hales: Statical Essays 1733 u. Statik des Geblütes Halle 1748.

4) Poiseuilles: Recherches sur la force du coeur aortique Thèse de Paris 1828.

5) Ludwig: Lehrbuch der Physiologie.

6) Vierordt: Die Lehre vom Arterienpuls, Braunschweig 1855.

7) Waldenburg: Die Messung des Pulses u. d. Blutdrucks am Menschen. Berlin 1880.

8) v. Basch: Über die Messung des Blutdrucks am Menschen Zeitschr. f. klin. Med. 1881. Bd. 2 u. 3.

9) Potain: La pression arterielle. Paris 1902.

10) Bloch: Noveaute sphygmomètre. Comp. rend. de la soc. de Biol. 1888 S. 84.

11) Hoorweg: Über die Blutbewegung in den menschl. Art. Pflüg. Arch. 1890 Bd. 46.

12) Francke: Ein neuer Blutdruckmesser usw. Verh. d. 19. Kongr. 24. Kongr. f. inn. Med. 1907.

13) Selig: Ein Blutdruckapparat für die Praxis. Wiener klin. Woch. 1899, Bd. 2.

14) Frey: Ein neuer Blutdruckmesser. Zeitschr. f. diät. u. phys. Ther. Nr. 22.

15) Stillmark: Ein neuer Blutdruckmesser. Berl. klin. Woch. 1907 1910, Nr. 23.

16) Hill u. Flack: On the method. of mesuring the systolie pressure pressure usw. Brit. med. Journ. 1909, Jan. 30.

17) Riva-Rocci: Un nouvo sfigmomanometro. Gaz. medi di Torino 1896 u. 1897.

18) Sahli: Über Taschenquecksilbermanometer. Deutsch. med. Woch. 1904, No. 84.

19) Straus: Demonstr. von turgo-tonogr. Pulsdruckkurv. Verh. d. f. inn. Med. 1901.

20) Fleischer: Über turgo-tonogr. Pulsdruckbestimm. Berl. klin. Woch. 1907, Nr. 35.

21) Strasburger: Ein Verfahren zur Messung des diast. Blutdrucks usw. Zeitschr. f. klin. Med. 1904, Bd. 54.

22) Janeway: Th. C. Some observations on the estimation of blood-pressure in man etc. N. J. Univ. Bull of the Med. S. 1901, Bd. 1.

23) Masing: Über das Verhalten des Blutdrucks usw. D. Arch. f. klin. Med. 1902, Bd. 74.

24) Marey: La circulation du sang. Paris 1881.

25) Mosso: Sphygmomanomètre pour mésurer la pression etc. Arch. Ital. de Biol. 1895, Bd. 23.

26) Hürthle: Über eine Methode zur Registr. etc. Deutsch. med. Woch. 1896, Nr. 36.

27) Olivr: A semple pulse pressure-gauge. Journ. of Physiol. 1897—98, Bd. 22. Blood and blood-pressure. London 1901.

28) Hill u. Barnard: A simple and compact form of sphygmometer etc. Brit. med. Journ. 1897, Bd. 2.

29) Erlanger: A new instrument for etc. John Hopkins Hosp. Rep. 1904, Bd. 12. fi

30) Pal: Ein Sphygmoskop zur Bestimm. des Blutdrucks. Centralbl. f. inn. Med. 1906, Nr. 5.

31) v. Recklinghausen: Unblutige Blutdruckmessung. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1906, Bd. 55 u. 1907, Bd. 56.

32) Münzer: Apparat zur objekt. Blutdruckmessung usw. Münch. med. Woch. 1907, Nr. 37.

33) Jaquet: Zur graph. Registr. des Blutdrucks usw. Münch. Med. Woch. 1908, Nr. 9.

34) Singer: A clinical apparatus etc. Lancet. 1910. 5. II.

35) Pachon: Oscillomètre sphygmometrique etc. Comp. rend. de la Soc. de Biol. 1909, 15, 5.

36) Uskoff: Der Sphygmotonograph. Zeitschr. f. kl. Med. 1908, Bd. 66.

37) Brugsch: Zeitschr. f. exp. Path. u. Th., Bd. 11.

38) Korotkow: Berichte der kais. militärärztl. Akad. Petersburg 1905, Bd. 12, Nr. 4.

39) Ehret: Über eine einfache Bestimm. Methode des diast. Blutdrucks. Münch. Med. Woch. 1909, Nr. 12.

40) Gärtner: Über einen neuen Blutdruckmesser. Wien. Med. Woch. 1899, Nr. 30.

41) Stähelin: Fantus, Zeitschrift f. klin. Med. Bd. 70, Heft 5 u. 6.

42)) Biron: Wien. Med. Woch., Nr. 35, S. 2006.

43) Hensen: Beitr. zur Physiol. u. Pathol. des Blutdrucks. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1900, Bd. 67.

44) Morris u. Edmunds: Med. Nws. I, 14.

45) Frank: Zeitschr. f. experim. Pahtol. u. Ther., Bd. 9.

46) Tangel u. Zuntz: Über die Einwirkung der Muskelarbeit auf den Blutdruck. Pflügers, Archl. Bd. 70, Nr. 5 u. 6.

47) Grabner u. Grünbaum: Über die Beziehung der Muskelarbeit zum Blutdruck. Wiener med. Presse, Nr. 49, 1899.

48) Gumprecht: Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 39, 1900.

49) Stähelin: Über den Einfluß der Muskelarbeit auf die Herztätigkeit. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1898, Bd. 59.

50) Grünbaum u. Amson: Über die Beziehung der Muskelarbeit zur Pulsfrequenz. Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 71, Heft 6, 1901.
51) Buttermann: Einige Beobachtungen über das Verhalten des Blutdrucks bei Kranken. Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 74, 1902.
52) Huber: Über Blutdruckbestimm. Corresp. Bl. f. Schweiz. Nr. 14.
53) Schott: Über Blutdruck bei akuter Veränderung des Herzens. Wien. Med. Woch. Nr. 16, 1902.
54) Katzenstein: Blutdruck und Körperarbeit. Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 50, Heft 3 u. 4.
55) Moritz: Der Blutdruck bei Körperarbeit bei gesunden und herzkranken Individuen. Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 77, 1904.
56) Bowen: A study of the pulse rate in man, as modified y muscular wark. Contributions to Medical Research., univerty of Michigan.
57) Selig: Die funktionelle Herzdiagn. Prager Med. Woch. 1905.
58) Hesse: Über Blutdruck- u. Pulsdruckamplitude des Gesunden. 24. Kongr. f. inn. Med. Wiesbaden 1907, S. 408.
59) Klemperer: 24. Kongr. f. inn. Med. Wiesbaden 1907.
60) Stussberg: Über das Verhalten des syst. u. diast. Blutdruckes nach Körperarbeit. Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 90, S. 548.
61) Tiedemann: Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 91, S. 331.
62) Herzfeld: Zur funktionellen Herzdiagn. Med. Klinik 1909, Nr. 15.
63) Massing: Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 46, p. 329.
64) Külbs: Zur Pathologie des Blutdruckes. Deutsch. Arch. f. klin Med. 1905, p. 518 u. 907, p. 457.
65) Tavaststjerka: Skand. Arch. f. Physiol., Bd. 21, 1909.
66) F. Kraus u. Hirsch: Krankheiten des Zirkulationsapparates. Fortschritte d. Med. 1908, Heft 2.
67) F. Kraus: Einiges über funktionelle Herzdiagnostik. Deutsch. Med. Woch. 1905, Heft 1—3.
68) Lowsky: Americ. journ. of physiol. Vol. 27 p. 446.
69) Kleissel: Ein Beitrag zur Bestimm. der Funktionstüchtigkeit des Herzens. Wien. Klin. Woch. Nr. 28, S. 1810.
70) Olaf Scheel: Der klinische Blutdruck. Christiania.
71) Horner: Der Blutdruck des Menschen.

Lebenslauf.

Der Verfasser dieser Arbeit, Morduch Steiner, mosaischer Konfession, ist als Sohn eines Großkaufmanns am 16. Februar 1889 zu Bichow in Rußland geboren. Bis 1902 erhielt er zu Hause Privatunterricht; von 1902 bis 1908 besuchte er ein Privatgymnasium zu Odessa, wo er sein Abiturium ablegte. Sein medizinisches Studium begann er an der Albertus-Universität zu Königsberg, wo er 5 Semester verweilte; darauf studierte er 5 Semester an der Königlichen Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin. Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kurse und Kliniken folgender Herren Dozenten: In Königsberg: Braatz, Braun, Ellinger, Frangenheim, Henke, Hermann, Hilbert, Jaffe, Joachim, Klinger, Stieda, Weiß, Zander. In Berlin: Albu, Axhausen, Baginsky, Bier, Blumreich, Bonhoeffer, Brugsch, Bumm, Flügge, Friedmann, Hayke, Heubner, Goldscheider, Gröber, Killian, Klapp, Kraus, Krückmann, Lesser, Lewin, Orth, Passow, Plesch, Rubner, Straßmann, v. Wassermann.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht der Verfasser seinen besten Dank aus.